

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月12日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-204388

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-204388 ]

出 願 人

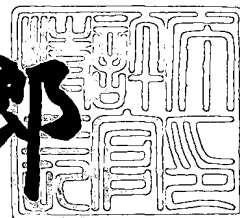
Applicant(s):

日本碍子株式会社

2003年 6月12日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3046070

【書類名】 特許願

【整理番号】 WP04132

【提出日】 平成14年 7月12日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G01N 19/08

【発明の名称】 ハニカム構造体のクラック検出方法及びクラック検出装置

【請求項の数】 34

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内

【氏名】 土方 俊彦

【特許出願人】

【識別番号】 000004064

【氏名又は名称】 日本碍子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088616

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 一平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009689

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9001231

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ハニカム構造体のクラック検出方法及びクラック検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2つの端面間を貫通する複数のセルを有するハニカム構造体のクラックを検出するクラック検出方法であって、前記 2つの端面が上下方向となるように前記ハニカム構造体を載置台の載置面上に載置し、前記ハニカム構造体の前記クラックを生じた部分から粉状物が落下する大きさの衝撃荷重を、前記ハニカム構造体に加え、

落下した前記粉状物を検知することにより前記クラックを検出するハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 2】 前記衝撃荷重が、前記ハニカム構造体の上端面に加える衝撃荷重である請求項 1 に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 3】 前記ハニカム構造体の上端面上に板状部材を配置し、衝撃用部材を前記板状部材に衝突させることにより前記ハニカム構造体に前記衝撃荷重を加える請求項 2 に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 4】 前記衝撃用部材を前記板状部材上に自然落下させることにより前記板状部材に衝突させる請求項 3 に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 5】 前記ハニカム構造体と前記板状部材との間に、第 1 の緩衝部材を配置した後、前記衝撃荷重を加える請求項 3 又は 4 に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 6】 前記第 1 の緩衝部材における前記ハニカム構造体側の面の面積が、前記ハニカム構造体の上端面の面積よりも小さい請求項 5 に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 7】 前記載置台の載置面と前記ハニカム構造体の下端面との間に、第 2 の緩衝部材を配置した後、前記衝撃荷重を加える請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 8】 前記第 2 の緩衝部材における前記ハニカム構造体側の面の面積が、前記ハニカム構造体の下端面の面積よりも小さい請求項 7 に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 9】 前記第 1 の緩衝部材及び／又は前記第 2 の緩衝部材が、紙材、ゴム材及びプラスチック材からなる群から選ばれた少なくとも 1 種の材料からなる請求項 5 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 10】 前記衝撃用部材が金属材、石材、セラミックス材、及び木材からなる群から選ばれる少なくとも 1 種から形成されているものである請求項 3 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 11】 前記板状部材における前記ハニカム構造体側の面の面積が、前記ハニカム構造体の上端面の面積よりも小さい請求項 3 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 12】 前記板状部材が金属材、石材、セラミックス材、及び木材からなる群から選ばれる少なくとも 1 種から形成されているものである請求項 3 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 13】 前記ハニカム構造体の上端面上に第 1 の緩衝部材を配置し、前記衝撃用部材を前記第 1 の緩衝部材に衝突させることにより前記ハニカム構造体に前記衝撃荷重を加える請求項 2 に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 14】 前記載置台の載置面の面積が、前記ハニカム構造体の下端面の面積よりも小さい請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 15】 前記載置台の載置面が金属材、石材、セラミックス材、及び木材からなる群から選ばれる少なくとも 1 種から形成されているものである請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 16】 前記載置台の載置面及び／又は前記第 2 の緩衝部材の色が、前記粉状物の色と異なる色である請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 17】 前記ハニカム構造体の下端面と前記載置台の載置面との間に、前記ハニカム構造体側の面が前記粉状物と異なる色の識別シートを配置した後、前記衝撃荷重を前記ハニカム構造体に加える請求項 1 乃至 16 のいずれか 1 項に記載のハニカム構造体のクラック検出方法。

【請求項 18】 2 つの端面間を貫通する複数のセルを有するハニカム構造体の

クラックを検出するクラック検出装置であって、前記 2 つの端面が上下方向となるように前記ハニカム構造体を載置する載置面を有する載置台と、前記ハニカム構造体の前記クラックを生じた部分から粉状物が落下する大きさの衝撃荷重を、前記ハニカム構造体に加える衝撃手段と、

を備えるハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項 19】 前記衝撃手段が、前記ハニカム構造体の上端面に加える衝撃手段である請求項 18 に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項 20】 前記ハニカム構造体の上端面上に配置される板状部材を更に備え、前記衝撃手段が前記板状部材に衝突させる衝撃用部材を含む請求項 18 又は 19 に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項 21】 前記衝撃手段が、前記衝撃用部材を前記板状部材上に自然落下させる手段である請求項 20 に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項 22】 前記ハニカム構造体と前記板状部材との間に配置される第 1 の緩衝部材を更に備える請求項 20 又は 21 に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項 23】 前記第 1 の緩衝部材における前記ハニカム構造体側の面の面積が、前記ハニカム構造体の上端面の面積よりも小さい請求項 22 に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項 24】 前記載置台の載置面と前記ハニカム構造体の下端面との間に配置される第 2 の緩衝部材を更に備える請求項 18 乃至 23 のいずれか 1 項に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項 25】 前記第 2 の緩衝部材におけるハニカム構造体側の面の面積が、ハニカム構造体の下端面の面積よりも小さい請求項 24 に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項 26】 前記第 1 の緩衝部材及び／又は前記第 2 の緩衝部材が、紙材、ゴム材及びプラスチック材からなる群から選ばれた少なくとも 1 種の材料からなる請求項 22 乃至 25 のいずれか 1 項に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項 27】 前記衝撃用部材が金属材、石材、セラミックス材、及び木材か

らなる群から選ばれる少なくとも1種から形成されているものである請求項20乃至26のいずれか1項に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項28】 前記板状部材における前記ハニカム構造体側の面の面積が、前記ハニカム構造体の上端面の面積よりも小さい請求項20乃至27のいずれか1項に記載ハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項29】 前記板状部材が金属材、石材、セラミックス材、及び木材からなる群から選ばれる少なくとも1種から形成されているものである請求項20乃至28のいずれか1項に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項30】 前記ハニカム構造体の上端面上に配置される第1の緩衝部材を更に備え、前記衝撃手段が前記第1の緩衝部材に衝突させる衝撃用部材を含む請求項19に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項31】 前記載置台の載置面の面積が、前記ハニカム構造体の下端面の面積よりも小さい請求項18乃至30のいずれか1項に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項32】 前記載置台の載置面が金属材、石材、セラミックス材、及び木材からなる群から選ばれる少なくとも1種から形成されているものである請求項18乃至31のいずれか1項に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項33】 前記載置台の載置面又は前記第2の緩衝部材の色が、前記粉状物の色と異なる色である請求項18乃至32のいずれか1項に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【請求項34】 前記粉状物と異なる色の面を有する識別シートであって、前記ハニカム構造体の下端面と載置台の載置面との間に前記異なる色の面が前記ハニカム構造体側となるよう配置される識別シートを備える請求項18乃至33のいずれか1項に記載のハニカム構造体のクラック検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、各種フィルターや触媒担体などに用いられるハニカム構造体のクラックを検出するクラック検出方法及び検出装置に関し、特に簡便で検出力が高く、ハニカム構造体にダメージを与えにくいクラック検

出方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 ハニカム構造体は、一般に図4（a）及び（b）に示すように、隔壁2により仕切られ、2つの端面4、5の間を貫通する複数のセル3を有する構造であり、フィルターや触媒担体などに多く用いられている。例えば内燃機関等の熱機関又はボイラー等の燃焼装置の排気ガス浄化装置、液体燃料又は気体燃料の改質装置、上下水の浄化処理装置等にハニカム構造体を用いられている。また、ディーゼルエンジンから排出される排気ガスのような含塵流体中に含まれる粒子状物質を捕集除去するためにも、ハニカム構造体がディーゼルパーティキュレートフィルター（以下、DPFという）として用いられている。

【0003】 このような目的で使用されるハニカム構造体は、ハニカム構造体中を被処理流体が通過する際に、不要な粒子状物質を捕集除去したり、ハニカム構造体に触媒を担持させ、触媒と被処理流体とを接触させたりする働き等をする。

【0004】 ハニカム構造体は、一般に、セラミックスや金属等の粉体をバインダー等と共に粘土状とし、これをハニカム形状に成形した後、焼成することにより形成することができる。このような製造工程において、ハニカム構造体に種々のクラック等の欠陥が発生する場合がある。そして、ハニカム構造体の隔壁等にクラック等が発生するとハニカム構造体の濾過性能や強度の低下を招き、ハニカム構造体の性能を十分に発揮できない。

【0005】 このようなハニカム構造体のクラックを検査する最も簡易な方法は目視によるものである。しかし、ハニカム構造体の隔壁等に生じたクラックの目視による検査は困難であり、特に近年のハニカム構造体の隔壁の薄肉化やセル密度の増加により、目視検査は更に困難になっている。また、DPFの場合には、図5に示すようにセル3の端部は互い違いに目封じされ、多孔質の隔壁2（図4（b）参照）により粒子状物質が捕集除去されるように構成されている。従って、この隔壁2（図4（b）参照）のクラックは外部から目視で観察することが困難となる。なお、図5において、黒く塗りつぶしたセル3'が、一方の端面において目封じされたセルを示し、白で示したセル3が他方の端面において目封じ

されたセルを示す。

【0006】 この様なハニカム構造体のクラックの他の検査方法として、従来は例えばDPFの上端面を白色の布で覆い、ディーゼル燃料軽油の燃焼により発生させられたすす状物質をハニカム構造体の下端面から流入させ、上端面から排出されるすす状物質を布に付着させることによりクラックを検出する方法が知られており、スートプリント法と呼ばれている。この方法は、簡便でありクラックの検出レベルに優れているが、すす状物質を用いるために、検査後にハニカム構造体に付着したすす状物質を熱処理により取り除く必要があり、このための後処理に時間を要する。また、隔壁を貫通したクラックを検出することはできるが、隔壁を貫通しないクラック等の内在欠陥を検出することができない。内在欠陥は、使用時の熱衝撃等により隔壁を貫通するクラックに成長しやすく、またハニカム構造体の強度低下の原因になるため、このようなクラックも検出する必要がある。更に図7に示すように、同一の端面で目封じされているセル3を貫通するようなクラック8は検出することができない。

【0007】 他の方法は、ハニカム構造体を水中に入れ、一方の端面からエア圧をかけ他方の端面からの発泡現象によりクラックの有無を検査する方法である。この方法の場合、後処理時間は前述のスートプリント法ほどかからないが、検査後に乾燥する必要がある、また検査前に水中で脱泡する必要がある、時間がかかる。また、内在欠陥や、同一端面で目封じされているセルを貫通するクラックを検出することはやはりできない。また、本発明者は、光学的方法や音響学的方法によりクラックを検出する方法を検討したが、いずれも満足のいく結果が得られなかった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、上記事情に鑑み、隔壁を貫通しないクラックや同一端面で目封じされているセルを貫通するクラックも簡便に検出することができ、ハニカム構造体にダメージを与えにくいクラック検出方法及び装置を提供するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は第一に、2つの端面間を貫通する複数



のセルを有するハニカム構造体のクラックを検出するクラック検出方法であって、前記2つの端面が上下方向となるように前記ハニカム構造体を載置台の載置面上に載置し、前記ハニカム構造体の前記クラックを生じた部分から粉状物が落下する大きさの衝撃荷重を、前記ハニカム構造体に加え、落下した前記粉状物を検知することにより前記クラックを検出するハニカム構造体のクラック検出方法を提供するものである。

【0010】 本発明の検出方法において、前記衝撃荷重が、前記ハニカム構造体の上端面に加える衝撃荷重であることが好ましく、更に前記ハニカム構造体の上端面上に板状部材を配置し、衝撃用部材を前記板状部材に衝突させることにより前記ハニカム構造体に前記衝撃荷重を加えることが好ましく、更に前記衝撃用部材を前記板状部材上に自然落下させることにより前記板状部材に衝突させることが好ましい。また、前記ハニカム構造体と前記板状部材との間に、第1の緩衝部材を配置した後、前記衝撃荷重を加えることも好ましく、前記第1の緩衝部材における前記ハニカム構造体側の面の面積が、ハニカム構造体の上端面の面積よりも小さいことも好ましい。また、前記載置台の載置面と前記ハニカム構造体の下端面との間に、第2の緩衝部材を配置した後、前記衝撃荷重を加えることも好ましく、前記第2の緩衝部材における前記ハニカム構造体側の面の面積が、前記ハニカム構造体の下端面の面積よりも小さいことも好ましい。また、前記第1の緩衝部材及び／又は前記第2の緩衝部材が、紙材、ゴム材及びプラスチック材からなる群から選ばれた少なくとも1種の材料からなることが好ましく、前記衝撃用部材が金属材、石材、セラミックス材、及び木材からなる群から選ばれる少なくとも1種から形成されているものであることが好ましい。また、前記板状部材における前記ハニカム構造体側の面の面積が、前記ハニカム構造体の上端面の面積よりも小さいことも好ましく、前記板状部材が金属材、石材、セラミックス材、及び木材からなる群から選ばれる少なくとも1種から形成されているものであることが好ましい。この場合、前記ハニカム構造体の上端面上に第1の緩衝部材を配置し、前記衝撃用部材を前記第1の緩衝部材に衝突させることにより前記ハニカム構造体に前記衝撃荷重を加えるように構成してもよい。また、前記載置台の載置面の面積が、前記ハニカム構造体の下端面の面積よりも小さいことも好

ましく、前記載置台の載置面が金属材、石材、セラミックス材、及び木材からなる群から選ばれる少なくとも1種から形成されているものであることが好ましい。また、前記載置台の載置面及び／又は前記第2の緩衝部材の色が、前記粉状物の色と異なる色であることが好ましく、前記ハニカム構造体の下端面と前記載置台の載置面との間に、前記ハニカム構造体側の面が前記粉状物と異なる色の識別シートを配置した後、前記衝撃荷重を前記ハニカム構造体に加えることが好ましい。

【0011】 本発明は第二に、2つの端面間を貫通する複数のセルを有するハニカム構造体のクラックを検出するクラック検出装置であって、前記2つの端面が上下方向となるように前記ハニカム構造体を載置する載置面を有する載置台と、前記ハニカム構造体の前記クラックを生じた部分から粉状物が落下する大きさの衝撃荷重を、前記ハニカム構造体に加える衝撃手段とを備えるハニカム構造体のクラック検出装置を提供するものである。

【0012】 また、本発明の検出装置において、前記衝撃手段が、前記ハニカム構造体の上端面に加える衝撃手段であることが好ましく、更に前記ハニカム構造体の上端面上に配置される板状部材を更に備え、前記衝撃手段が前記板状部材に衝突させる衝撃用部材を含むことが好ましく、更に前記衝撃手段が、前記衝撃用部材を前記板状部材上に自然落下させる手段であることが好ましい。また、前記ハニカム構造体と前記板状部材との間に配置される第1の緩衝部材を更に備えることが好ましく、前記第1の緩衝部材における前記ハニカム構造体側の面の面積が、前記ハニカム構造体の上端面の面積よりも小さいことも好ましい。また、前記載置台の載置面と前記ハニカム構造体の下端面との間に配置される第2の緩衝部材を更に備えることも好ましく、第2の緩衝部材におけるハニカム構造体側の面の面積が、ハニカム構造体の下端面の面積よりも小さいことも好ましい。また、前記第1の緩衝部材及び／又は前記第2の緩衝部材が、紙材、ゴム材及びプラスチック材からなる群から選ばれた少なくとも1種の材料からなることが好ましく、前記衝撃用部材が金属材、石材、セラミックス材、及び木材からなる群から選ばれる少なくとも1種から形成されているものであることが好ましい。また、前記板状部材における前記ハニカム構造体側の面の面積が、前記ハニカム構

造体の上端面の面積よりも小さいことも好ましく、前記板状部材が金属材、石材、セラミックス材、及び木材からなる群から選ばれる少なくとも1種から形成されているものであることが好ましい。この場合、前記ハニカム構造体の上端面上に配置される第1の緩衝部材を更に備え、前記衝撃手段が前記第1の緩衝部材に衝突させる衝撃用部材を含むように構成してもよい。また、前記載置台の載置面の面積が、前記ハニカム構造体の下端面の面積よりも小さいことも好ましく、前記載置台の載置面が金属材、石材、セラミックス材、及び木材からなる群から選ばれる少なくとも1種から形成されているものであることが好ましい。また、前記載置台の載置面又は前記第2の緩衝部材の色が、前記粉状物の色と異なる色であることが好ましく、前記粉状物と異なる色の面を有する識別シートであって、前記ハニカム構造体の下端面と前記載置台の載置面との間に前記異なる色の面が前記ハニカム構造体側となるよう配置される識別シートを備えることが好ましい。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】 以下、本発明を好適な実施の形態に基づいて説明するが本発明は以下の実施の形態に限定されるものではない。

【0014】 まず、本発明のクラック検出装置を説明する。本発明のクラック検出装置は、例えば図1に示すように、載置台10と衝撃手段として衝撃用部材16とを備える。本発明のクラック検出装置の重要な特徴は、ハニカム構造体1に生じたクラックに存在する粉状物を下方に落下させる大きさの衝撃荷重を、ハニカム構造体1に加える衝撃手段を備えることである。そして衝撃手段により落下した粉状物の存在を確認することによりクラックを検出することができる。このような装置により、内在欠陥や同一端面で目封じされているセルを貫通するクラックも、大掛かりな装置とすることなく、簡便にクラックを検出することが可能となる。

【0015】 本発明者は、クラック及び内在欠陥を詳細に検討した結果、クラック等の発生している部分に粉状物が存在し、クラック等の発生しているハニカム構造体に所定の衝撃を与えることにより、当該粉状物がハニカム構造体から落下することを見出した。当該粉状物は、クラック等の発生時にクラック等の欠陥

部における材料の一部が粉状に分離しクラックの内部に存在しているものと思われる。そして、ハニカム構造体に所定の衝撃荷重、特に上端面に圧縮方向の衝撃荷重を加えることにより、クラック等の欠陥がより大きく開き、当該粉状物がハニカム構造体から落下するものと思われる。

【0016】 本発明における衝撃手段の具体例として、例えばハンマーで叩く手段や、振り子式に衝撃用部材を衝突させる手段、油圧、空気圧、水圧、バネ等の圧力により衝撃用部材を衝突させる手段、自然落下により衝撃用部材を衝突させる手段などがある。好ましい衝撃手段は上端面に衝撃荷重を加えることができる衝撃手段であり、さらに効果的には、同衝撃エネルギーならば、より重い重錘により、圧縮的な衝撃荷重を加えることができる衝撃手段であることが効率良くハニカム構造体全体のより小さいクラックまで検出できる点で好ましい。

【0017】 本発明の装置が、ハニカム構造体の上端面に圧縮的な衝撃荷重を加える衝撃手段を備える場合には、図1に示すように上端面4上に配置される板状部材14を備え、衝撃手段が板状部材14に衝突させる衝撃用部材16を含むことが好ましい。この様な手段で衝撃荷重を加えることにより、衝撃荷重を加える際のハニカム構造体1の破損を抑制することができ、ハニカム構造体全体に比較的均一に衝撃荷重を加えることができる。

【0018】 更に、衝撃手段が、衝撃用部材16を板状部材14上に自然落下させる手段であることが簡便で好ましい。この様な手段は、衝撃用部材16の落下距離を変えることにより、衝撃荷重の大きさを簡単に調節することができ、粉状物が落下する大きさの衝撃荷重とすることができる。この具体的な衝撃手段としては、例えば図2に示すように、衝撃用部材16とガイド18を備えたものが挙げられ、衝撃用部材16に落下距離を目盛ったものであることが好ましい。ただし、ガイド18なしで衝撃用部材16を所定の高さから落下させることもでき、衝撃用部材16単独で衝撃手段となることもできる。

【0019】 粉状物が落下する大きさの衝撃荷重は、ハニカム構造体の材質、大きさ、形状の他、隔壁厚さやセル密度などのセル構造、気孔率等により変わるものであり、検査対象となるハニカム構造体の種類毎に設定する必要がある。また、衝撃荷重があまり大きすぎるとハニカム構造体が破損するおそれがあるため

、ハニカム構造体が破損しない程度の衝撃荷重とする必要がある。衝撃荷重は、例えば、製造時又は製造後に大きな熱衝撃を加えて意図的にクラックを発生させたハニカム構造体、或いは他の検査方法によりクラックが確認されたハニカム構造体を用い、図 1 又は図 2 (a)、(b) に示すような装置で、衝撃用部材 16 の落下距離を徐々に増やし、粉状物が落下し、かつハニカム構造体が破損しない程度の衝撃荷重の範囲を調べることにより設定することができる。この様にして衝撃荷重を一度設定すれば、同一種類のハニカム構造体に対しては、同一の衝撃荷重を加えればクラックの有無を検査することができ、短時間で多くのハニカム構造体を検査することが可能となる。

【0020】 板状部材 14 の大きさに特に制限はないが、例えば図 1 におけるハニカム構造体側の面、即ち下面 15 の面積が小さすぎるとハニカム構造体の破損抑制効果が小さくなり好ましくない。また、この面積は、ハニカム構造体の上端面 4 の面積よりも小さいことが縁端部 6 の破損を抑制する観点から好ましい。即ち、縁端部 6 と板状部材が接触しないことが好ましい。板状部材の下面 15 の面積は、ハニカム構造体の上端面 4 の面積に対して 5～90%、更には、20～90%、特には 50～90%であることが好ましい。板状部材 14 の材質に特に制限はないが、衝撃荷重を過度に吸収しないよう比較的硬い材質であることが好ましく、金属材、例えばアルミニウム、鉄、ステンレススチール等、石材、例えば天然石、人工石等、セラミックス材、及び木材、例えば無垢材、合板、修整材等、からなる群から選ばれる少なくとも 1 種であることが好ましい。

【0021】 衝撃用部材 16 の大きさ、材質に特に制限はなく、適切な衝撃荷重を与えるための適切な質量を持ったものをハニカム構造体の種類に合わせて適宜選択することができる。材質は、上述と同様比較的硬い材質であることが好ましく、金属材、例えばアルミニウム、鉄、ステンレススチール等、石材、例えば天然石、人工石等、セラミックス材、及び木材、例えば無垢材、合板、修整材等、からなる群から選ばれる少なくとも 1 種であることが好ましい。

【0022】 本発明において、載置台 10 は、図 1 に示すように、ハニカム構造体 1 の 2 つの端面 4、5 が上下方向となるようにハニカム構造体 1 を載置する載置面 12 を有する。載置台 10 は、ハニカム構造体 1 を安定的に載置できるも

のであれば良く、形状、材質に特に制限はない。載置台 1 0 の載置面 1 2 は、ハニカム構造体の下端面 5 を安定的に受けられるよう下端面 5 に対応した形状であることが好ましい。また、載置面 1 2 の面積は、下端面 5 の面積よりも小さいこと、即ち、下端面の縁端部 6 が、載置台に触れない構成であることも好ましい。これは、ハニカム構造体に衝撃荷重を加える際に、ハニカム構造体の縁端部 6 の破損を抑制するためである。ここで、下端面の面積とは、例えば図 5 における外周壁 7 を含む外周壁 7 に囲まれた全面積を意味し、端面におけるセル 3 の面積も含む。また、載置台 1 0 の材質は、ハニカム構造体に加わる衝撃荷重を過度に吸収しないよう、比較的硬い材質であることが好ましく、金属材、例えばアルミニウム、鉄、ステンレススチール等、石材、例えば天然石、人工石等、セラミックス材、及び木材、例えば無垢材、合板、修整材等からなる群から選ばれる少なくとも 1 種であることが好ましい。

【0 0 2 3】 本発明において、図 2 (a)、(b) に示すように、ハニカム構造体 1 と板状部材 1 4 との間に配置される第 1 の緩衝部材 2 0 を備えることが、ハニカム構造体の破損防止の観点から好ましい。ここで、図示はしないが、板状部材を配置することなく第 1 の緩衝部材だけを配置した構成としてもよい。また、載置台 1 0 とハニカム構造体 1 との間に配置される第 2 の緩衝部材 2 4 を備えることがハニカム構造体の破損防止の観点から好ましい。第 1 の緩衝部材 2 0 のハニカム構造体側の面、即ち下面 2 2 の面積は、ハニカム構造体の上端面 4 の面積よりも小さいことも縁端部 6 の破損防止の観点から好ましい。同様に、第 2 の緩衝部材 2 4 のハニカム構造体側の面、即ち上面 2 5 の面積は、ハニカム構造体の下端面 5 の面積よりも小さいことも好ましい。具体的には、各々上端面 4、上端面 5 の面積に対して 4 0 ~ 9 5 %、更に 8 0 ~ 9 0 % の面積であることが好ましい。第 1 の緩衝部材 2 0 の材質は、適度な柔らかさのものが好ましく、例えば紙材、ゴム材及びプラスチック材から選ばれる少なくとも 1 種であることが好ましく、同様に第 2 の緩衝部材 2 4 の材質も例えば紙材、ゴム材及びプラスチック材から選ばれる少なくとも 1 種であることが好ましい。

【0 0 2 4】 本発明において、落下した粉状物を記録する記録装置を有していることが好ましい。記録装置としては、写真やビデオカメラなどが挙げられる。

【0025】 本発明の装置が、第2の緩衝部材を備えている場合にはその色が、第2の緩衝部材を備えていない場合には載置台の色が、粉状物の色と異なることが、粉状物を容易に検知できるため好ましい。更に、J I S Z 8 7 2 9 及び 8 7 3 0 に準拠して測定した、これらの色と粉状物の色との色差  $\Delta E$  が 5 以上、更に 1 0 以上、特に 5 0 以上であることが好ましい。即ち、粉状物が落下する面の色を、粉状物が識別し易い色とすることにより、容易に粉状物を検知することができる。

【0026】 また、本発明の装置が識別シート 1 9 を備えることも好ましい。識別シート 1 9 は、載置台 1 0 とハニカム構造体 1 との間に配置される。また、本発明の装置が第2の緩衝部材 2 4 を備えている場合には、識別シート 1 9 は、第2の緩衝部材 2 4 とハニカム構造体 1 との間に配置されることが好ましい。識別シート 1 9 は、ハニカム構造体側の面の色が粉状物の色と異なるものであり、更に、J I S Z 8 7 2 9 及び 8 7 3 0 に準拠して測定した、これらの色と粉状物の色との色差  $\Delta E$  が 5 以上、更に 1 0 以上、特に 5 0 以上であることが識別の容易性の観点から好ましい。上述の識別シート上に落下した粉状物の上から色鉛筆でマーキングし、写真により記録した一例を図 3 に示す。ここで、円形の線は、ハニカム構造体の位置を示すためのマーキングであり、円形の線の中にある白い線状のものがクラックから落下した粉状物をマーキングし、示している。本発明により、クラックの有無が鮮明に示され、更にハニカム構造体の断面方向におけるクラックの位置や長さを検知することもできる。

【0027】 本発明において、クラック検出の対象となるハニカム構造体は、図 4 (a) 及び (b) に示すように、2つの端面 4 及び 5 の間を貫通する複数のセル 3 を有する。セル 3 は、隔壁 2 により区切られており、隔壁 2 は、気孔を有する多孔質又は気孔を有しない緻密質である。ハニカム構造体の大きさ、形状、隔壁厚さ、セル密度、気孔率、気孔径、材質、用途等に特に制限はなく、本発明は、あらゆるハニカム構造体に適用可能であるが、ハニカム構造体の材質は一般にセラミックス及び／又は金属であることが多く、セラミックスであることが好ましい。また、目視では検出が困難な、隔壁厚さが、0.5～0.02 mm 程度、又はセル密度が 15～240 個 /  $\text{cm}^2$  程度のハニカム構造体に、本発明をよ

り好適に適用することができる。また、図5に示すDPFのように、互いに隣接するセルが互いに反対側となる端部で目封じされている構造のハニカム構造体にも本発明を好適に適用することができる。

【0028】 次に、図2（a）、（b）に基づいて本発明のクラック検出方法の説明をする。まず、上述したハニカム構造体1を、その2つの端面4、5が上下方向となるように、上述した載置台10の載置面12上に載置する。

【0029】 そして、ハニカム構造体に生じたクラックから粉状物が落下する大きさの衝撃荷重をハニカム構造体1に加える。図2（a）、（b）の例において、衝撃荷重は上述した板状部材14をハニカム構造体の上端面4上に配置した後、上述した衝撃用部材16を板状部材14上に自然落下させることにより、衝撃用部材16を板状部材14に衝突させる。この様に板状部材14に衝撃用部材16を衝突させることにより、ハニカム構造体の上端面上に圧縮的な衝撃荷重を加えることができる。ハニカム構造体に衝撃を与える方法としては、例えば上述の衝撃手段を用いることができる。粉状物が落下する大きさの衝撃荷重は、上述のようにクラックの発生しているハニカム構造体を用いて、衝撃用部材の落下距離を変えるなどして衝撃荷重を変化させて試験することにより得ることができる。

【0030】 そして、落下した粉状物を検知する。粉状物を検知する方法としては、例えばハニカム構造体を取り除き、載置台上に落下した粉状物を目視により確認することにより検知することができる。また、この粉状物を写真やカメラなどの記録装置により記録することも好ましい。

【0031】 本発明において、上述した第1の緩衝部材20をハニカム構造体1と板状部材14との間に配置した後、衝撃荷重を加えることも、ハニカム構造体の破損防止の観点から好ましい。同様の理由で、上述した第2の緩衝部材24をハニカム構造体1と載置台10との間に配置した後衝撃荷重を加えることも好ましい。ここで、図示はしないが、板状部材を配置することなく第1の緩衝部材だけを配置した構成としてもよい。

【0032】 また、上述した識別シート19を載置台10とハニカム構造体1との間に配置した後、衝撃荷重を加えることも粉状物を容易に感知する観点から



好ましい。

【0033】

【実施例】 以下、本発明を実施例に基づいて更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0034】 本発明による検出条件を設定するには、セラミックハニカム構造体にダメージを与えない衝撃荷重以下で且つ、クラックおよび内在欠陥を検出可能な衝撃荷重以上に設定する必要がある。実施例のセラミックハニカム構造体は総て、タルク、アルミナ、カオリン等を原料として、水、バインダーを加え、粘土状とし、所定の金型（即ち、口金）を用い、押し出しすることにより、ハニカム構造の成形体を得、これを乾燥、焼成することにより図5、6に示すようなハニカム構造体を得た。

【0035】 （実施例1）

直径 $\phi 106\text{ mm}$ 、軸方向の長さが $114.3\text{ mm}$ の円柱状であって、隔壁の気孔率が $35\%$ 、隔壁厚さが $0.17\text{ mm}$ 、セル密度が $62\text{ 個}/\text{cm}^2$ の内燃機関等に使用される排ガス浄化用触媒担体である図6に示すハニカム構造体を用いた。図2に示す様に、ハニカム構造体1の上下に第1及び第2の緩衝部材20、24として $3\text{ mm}$ 厚さのウレタンゴムシートを敷き、ハニカム構造体1を載置台10に載置した。板状部材14及びガイド18として、上端面に $\phi 80\text{ mm}$ の金属性の台（即ち板状部材）のついた重錘ガイド治具をのせ、衝撃用部材16として $940\text{ g}$ の重錘を自然落下させ破壊距離を求めた。その結果、破壊距離は $150\text{ cm}$ 、即ち破壊衝撃エネルギーとして $13.8\text{ N}\cdot\text{m}$ であった。つぎに、電気炉により、セラミックハニカム構造体内部にクラックを意図的に入れ、前記と同条件で衝撃荷重を加えクラックが検出可能な最低必要衝撃荷重を求めた。その結果、落下距離 $1\text{ cm}$ 以上、即ち衝撃エネルギーが $0.92\times 10^{-1}\text{ N}\cdot\text{m}$ であれば検出可能であることが判った。そこで、セラミックハニカム構造体にダメージを与えない衝撃荷重以下で且つ、より小さいクラックおよび内在欠陥をまで検出可能な衝撃荷重条件として、 $940\text{ g}$ の重錘で自然落下距離 $5.0\text{ cm}$ とし、衝撃エネルギーを $0.46\text{ N}\cdot\text{m}$ に設定した。設定した条件により、バーナースポリング試験後のサンプル5個のクラック検査を行った。その結果2/5個にクラ

ックを検出した。そこで、このサンプルを約 1 0 m m 厚さ 9 枚に輪切り状に切断し、各々を実体顕微鏡で観察した結果、クラックの検出された 2 個には内部に、検出クラックと略同形状、同寸法のクラックが発見され、検出されなかった 3 個にはクラックは認められず、本発明および設定条件の有効性が確認された。

【 0 0 3 6 】 （実施例 2、3）

直径  $\phi$  2 0 0 m m、軸方向の長さが 2 0 0 m m の円柱状であって、隔壁厚さ 0 . 3 m m、セル密度が 4 6 . 5 個 / c m<sup>2</sup> の図 5 に示す D P F 用ハニカム構造体を用いた。隔壁の気孔率が 6 0 % のものを実施例 2、隔壁の気孔率が 6 5 % のものを実施例 3 として、各々図 2 ( a )、( b ) に示す様にセラミックハニカム構造体 1 の上下に第 1 及び第 2 の緩衝部材 2 0、2 4 としてウレタンゴムシートを敷き、ハニカム構造体 1 を載置台 1 0 に載置した。板状部材 1 4 及びガイド 1 8 として、上端面に  $\phi$  1 1 4 m m の金属性の台のついた重錘ガイド治具をのせ、9 4 0 g の重錘を自然落下させ破壊距離を求めた。その結果、実施例 2 のハニカム構造体の破壊距離が 3 0 c m、即ち破壊衝撃エネルギーが 2 . 7 6 N · m であり、実施例 3 のハニカム構造体の破壊距離が 2 0 c m、即ち破壊衝撃エネルギーが 1 . 8 4 N · m であった。つぎに、電気炉により、セラミックハニカム構造体内部にクラックを入れ、実施例 2 のハニカム構造体については重錘重量 9 4 0 g で、実施例 3 のハニカム構造体については衝撃破壊強度が低いため、重錘重量を 6 0 0 g とやや軽くした場合と 9 4 0 g の 2 条件でクラックが検出可能な最低必要衝撃荷重を求めた。その結果、実施例 2 のハニカム構造体では落下距離が 2 c m 以上、即ち衝撃エネルギーが重錘重量 9 4 0 g で 0 . 1 8 4 N · m 以上であれば検出可能であることが判った。実施例 3 のハニカム構造体では重錘重量 9 4 0 g では落下距離が 2 c m 以上、即ち衝撃エネルギーが 0 . 1 8 4 N · m m 以上、重錘重量 6 0 0 g では落下距離が 8 c m 以上で衝撃エネルギーが 0 . 4 7 N · m 以上であれば検出可能であるが、重錘重量の軽いほうが、大きな衝撃エネルギーを必要とすることが判った。従って、クラック及び内在欠陥の検出には衝撃エネルギーではなく荷重、つまり圧縮力が重要であることを示唆するものである。そこで、セラミックハニカム構造体にダメージを与えない衝撃荷重以下で且つ、クラック及び内在欠陥を検出可能な衝撃荷重以上の条件として、実施例 2 では 9 4 0

g の重錘で自然落下距離 5. 0 c m に設定した。実施例 3 では軽い 6 0 0 g の重錘ではなく、重く検出力の高い 9 4 0 g の重錘で自然落下距離 3. 0 c m に設定した。設定した条件により、実施例 2、3 の焼成後のサンプル各 2 0 0 個の内部欠陥検査を実施した。なお、D P F は両端面が交互に目封じされているため、セルの交点上を走るクラック、即ち同一の端面で目封じされているセルを貫通するクラックを検出するには、上下両端面において、検出を行う必要がある。その結果、実施例 2 は 2 / 2 0 0 個、実施例 3 は 4 / 2 0 0 個に欠陥を検出した。そこで、このサンプルを約 2 5 m m 厚さ 7 枚に輪切り状に切断し、各々内部のクラックを実体顕微鏡で観察した結果、クラックの検出された実施例 2 における 2 個及び実施例 3 における 4 個にはいずれも内部に検出クラックと略同形状、同寸法のクラック状の内部欠陥が発見された。また、検出されなかったハニカム構造体の中から各々 3 個を抽出し、同様に観察したが、異常は認められず、本発明及び設定条件の有効性が確認された。

#### 【 0 0 3 7 】

【発明の効果】 以上説明したように本発明によれば、各種のセラミックハニカム構造体の熱衝撃性クラック、また、製造上のクラック状欠陥を、低コスト且つ、簡単な装置で、非常に高い検出精度で検出できた。従って、耐熱衝撃性能や製造上欠陥などの異常品の流出を防止できるので、実使用時の熱応力破損や製造上欠陥に起因する破損をなくすることが可能となり、セラミックハニカム構造体の信頼性や耐久性を飛躍的に向上することができる。従って、本発明の方法及び装置は、ハニカム構造体の検査に有用なものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の装置の一例を示す模式的な正面図である。

【図 2】 ( a ) は、本発明の装置の別の一例を示す模式的な断面図、( b ) は、模式的な平面図である。

【図 3】 本発明で検知されたクラックの位置を示す写真である。

【図 4】 ( a ) は、ハニカム構造体の一例を示す模式的な斜視図であり、( b ) は、その一部拡大図である。

【図 5】 ハニカム構造体の別の一例を示す模式的な平面図である。

【図 6】 ハニカム構造体の更に別の一例を示す模式的な平面図である。

【図 7】 ハニカム構造体の内部に発生するクラックの一例を示す模式図である

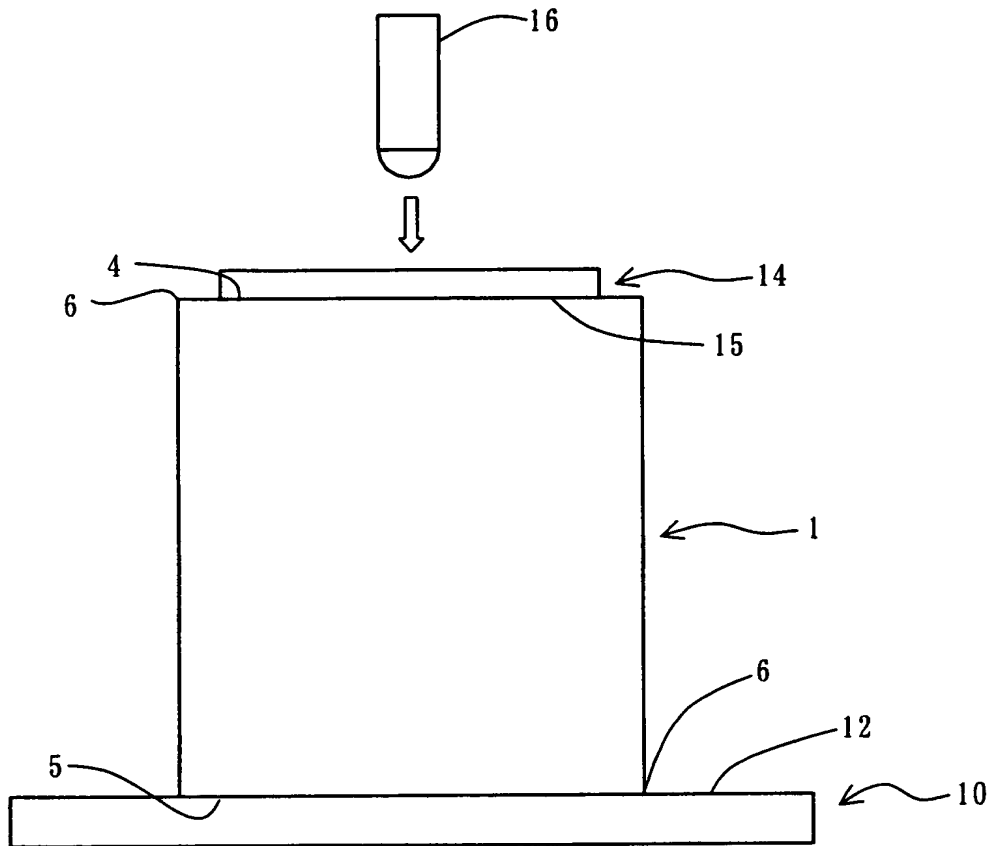
。

【符号の説明】

1 …ハニカム構造体、 2 …隔壁、 3 …セル、 3' …セル目封じ部、 4 …上端面、  
5 …下端面、 6 …縁端部、 7 …外周壁、 8 …クラック、 10 …載置台、 12 …載  
置台の載置面、 14 …板状部材、 15 …板状部材の下面、 16 …衝撃用部材、 1  
8 …ガイド、 19 …識別シート、 20 …第 1 の緩衝部材、 22 …第 1 の緩衝部材  
の下面、 24 …第 2 の緩衝部材、 25 …第 2 の緩衝部材の上面。

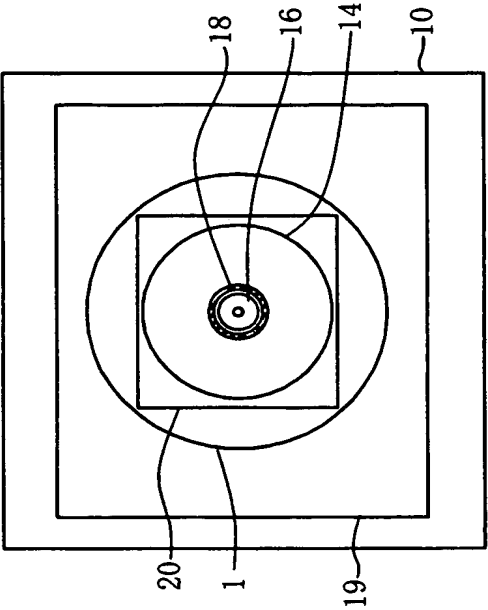
【書類名】 図面

【図 1】

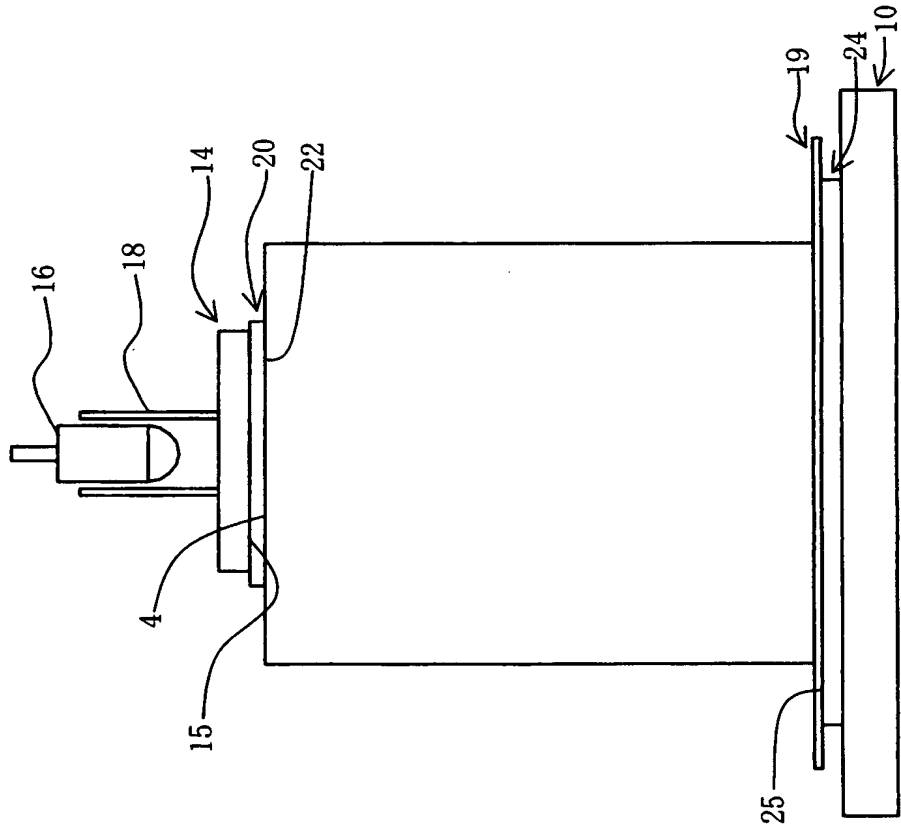


【図 2】

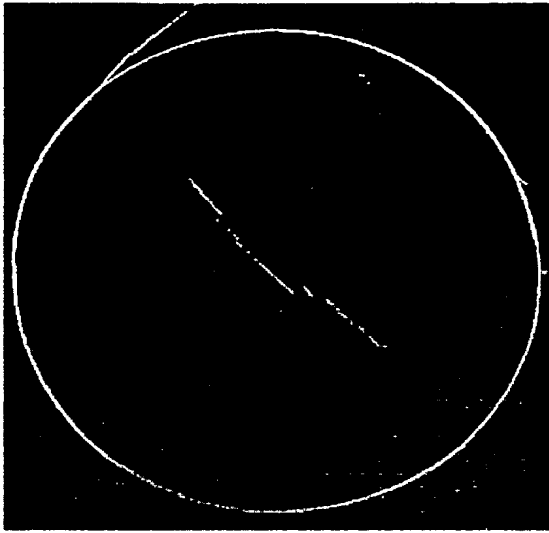
(b)



(a)

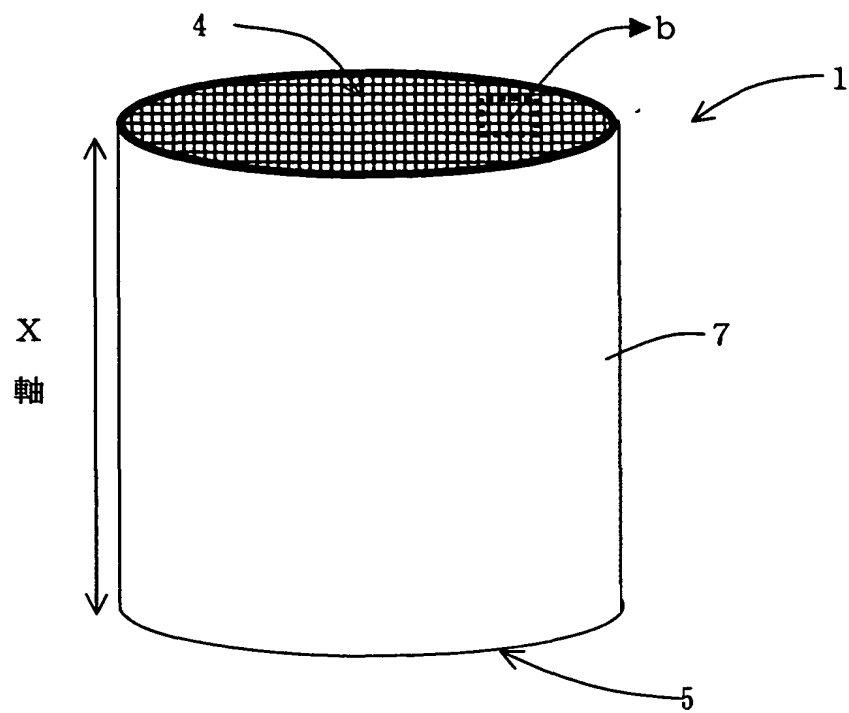


【図 3】

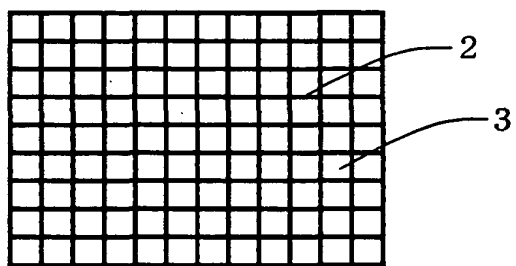


【図 4】

(a)

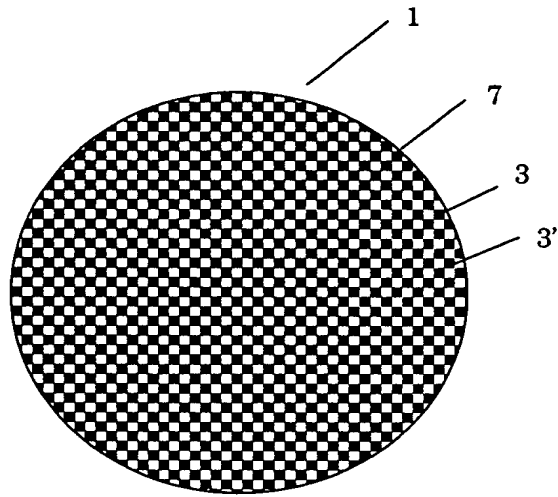


(b)

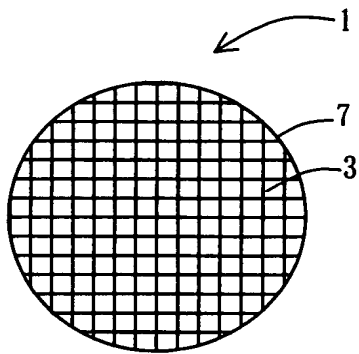




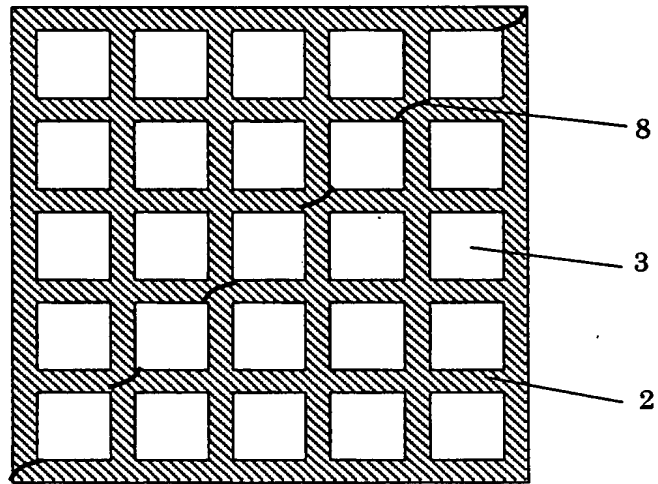
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 クラックも簡便に検出することができ、ハニカム構造体にダメージを与えにくいクラック検出方法及び装置を提供する。

【解決手段】 2つの端面間4、5を貫通する複数のセルを有するハニカム構造体1のクラックを検出するクラック検出方法及び装置である。2つの端面4、5が上下方向となるようにハニカム構造体1を載置台10の載置面12上に載置し、ハニカム構造体1のクラックを生じた部分から粉状物が落下する大きさの衝撃荷重を、ハニカム構造体1に加え、落下した粉状物を検知することによりクラックを検出するハニカム構造体1のクラック検出方法及び装置である。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 4 0 6 4 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号
氏 名	日本碍子株式会社